دراسة تأثير طول الزعنفة لمبدد حراري على أداء المعالج من نوع أثلون

Ahmed Adnan Abdul Jubaar

Assistant Lecturer University of Technology

الخلاصـــــــة:

تم في هذا البحث دراسة تأثير طول الزعنفة لمبدد حراري على أداء المعالج من نـــوع أثلون أكس بي 1.73GHz .أولاً تم استخدام مبدد حراري عادي وتم أخذ القراءات (الإنبعاث الحراري من المعالج ودرجة حرارته) عند ثلاث حالات وهي، حالة الإستخدام الأدنى للحاسبة (عدم إجراء أية عملية بعد تشغيل النظام) وحالة التشغيل المتوسط الإعتيادي (فتح برنـــامج كالأوفس) ومن ثم حالة الأداء القصوى (تشغيل تطبيـــق ضـــخم أو لعبـــة عاليـــة الجـــودة والمتطلبات) وتوجد برامج عديدة يمكنها إعطاء تفاصيل دقيقة عن أي جزء من أجزاء الحاسبة وخصوصاً المعالج منها (Norton System Work , Sandra SiS , Windows Vista Task Manager, …etc) في هذا البحث تم الإعتماد على البرنامج الأخير والذي هو جزء من النظام الحديث فستا حيث توجد في هذا النسخة من النظام تطبيقات عدة ، كما إنه جزء من النظام كما أسلفنا لذلك فإنه لن يؤثر كثيراً عند تشغيله على المعالج ولن يحمله عـــبء تنفيـــذ برنامج إضافي وكذلك تم احتساب الوقت اللازم لتشغيل النظـــام وتحميـــل برنـــامج الأوفـــس وتطبيقات أخرى، ومن ثم تم تغيير المبدد العادي بمبدد أخر ذي زعانف أطول بحوالي ضعف المبدد السابق وتم أخذ القراءات من جديد ومن ثم تم مقارنة النتائج مـــع بعـــضها. تـــم بنـــاء النموذج للمبدد الحراري ببرنامج (AutoCAD 2008) ومـــن ثـــم تـــم تحليلـــه ببرنـــامج (FLUENT 6.3) وذلك لتوضيح انتقال الحرارة داخل المبدد في كلتا الحالتين فكانت النتـــائج النظرية والعملية متطابقة.

الكلمات المرشدة: زعنفة ، مبدد حراري ، معالج .إنبعاث حراري ، درجة حرارة.

Studying the effect of Fins length of Heatsink on the Performance of the Processor Type Athlon

Abstract:

In this paper we studied the effect of fins length of heatsink on the performance of the processor type Athlon XP+ 1.73GHz .First a common heat sink had ben used, then the reads of the processor it's temperature and heat emission at three conditions were taken ,the 1st one at minimum uses of performance just opening windows ,the 2nd one at the average use of performance opening word document with some wrights while the 3rd one is the maximum use of performance of the processor and this occurs when we run a huge software or a complicated high graphics big game. Many programs give us a full condition for any part of the computer especially the processor such as (Norton System Work, Sandra SIS, Windows Vista Task Manager (WVTM)…etc). In this research we used (WVTM) because it's part of the OS vista

which will not apply another load upon the processor, also the (WVTM) contains great tools of operations. Also we calculate the time requiring for the OS to boot at this type of heatsink and other applications like office and others. Then we changed the heatsink with another one with fins length twice than the old one. A model of the heatsink were built for both cases by the package (AutoCAD 2008) and analyzed it in the package (FLUENT 6.3) to show the thermal emission inside both heatsinks and the experimental and theoretical results were acceptable.

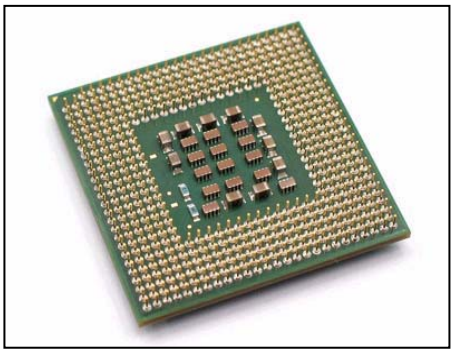
Keywords: Fin, Heatsink, CPU Processor, Heat Generation, Temperature.

1. المقدمـــــــــــــــــة:

إن أية قطعة إلكترونية في أي جهاز الكتروني ومنها المعالج تعمل ضمن مدى معين من درجات الحرارة التي افترض الصانع أنها ستعمل فيه وإذا تغيرت هذه الدرجة عن الحد المحدد لها فإنها قد تؤدي بالمعالج إلى:-

1. قصر عمره الإفتراضي (تحديد المصنع).
2. تبطئ أدائه.
3. تتسبب بأخطاء في الحسابات
4. توقف الحاسبة عن العمل بشكل متكرر (عدم استجابة النظام للأوامر).
5. قد تعيد الحاسبة تشغيل نفسها من جديد وبدون سبب.
6. قد تحدث أعطال جانبية تبعاً لذلك مثل أخطاء في القرص الصلب خصوصاً إذا كانت الذاكرة الفيزيائية الـــ RAM قليلة.
7. في بعض الأحيان قد يؤدي التغيير المفاجئ أو المتواصل لدرجة الحرارة لعطب المعالج كلياً حيث وجد أن نقل البيانات عبر المعالج تتأثر بتغير درجة حرارته [Jonas Opperman,2007].

إن هذه الحرارة المنبعثة من المعالج سببها مرور التيار الكهربائي في الترانزستورات شكل رقم (1)، حيث كلما كانت فولتية المعالج أقل ومعماريته (هندسة تصميمه) أقل تعقيداً كلما كانت الحرارة الناتجة أقل لذا فإن المعالجات المختلفة تنتج كميات مختلفة من الحرارة فالمعالج بنتيوم من الجيل الثالث مثلاً ينتج كمية من الحرارة أكبر من المعالج بنتيوم من الجيل الأول، كونه يحتوي على عدد أكبر من الترانزيستورات، و تقاس كمية الحرارة الناتجة من المعالج بـــ (ألواط). بدأت الحاجة إلى تبريد المعالجات مع المعالج بنتيوم الجيل الأول وجميع المعالجات اللاحقة كانت تتطلب طريقة معينة للتبريد، أما المعالجات السابقة فلم يكن يلزمها التبريد المباشر للمعالج وكانت شقوق التبريد في بدن الحاسبة تكفي للتبريد وذلك لأن عدد الترانزستورات لم تكن كبيرة مما يجعل درجة الحرارة المنبعثة منه معتدلة [Jonas Opperman,2007].



شكل رقم (1) يمثل المعالج من الداخل

3. طرق تبريد المعالجات بالمبددات الحرارية:

كل شركة مصنعة لقطع غيار الحاسبات تجري العديد من البحوث حول الطرق المختلفة لتبريد المعالجات وتختلف تلك الطرق من شركة لأخرى ولكنها بالعموم تنحصر بثلاث طرق رئيسية وهي:-

1. التبريد بواسطة مبدد حراري فقط:

هو عبارة عن شريحة من المعدن تلتصق بسطح المعالج (مربعة الشكل أو مستطيلة عموما إلا أن بعضها يكون دائري أو شبه دائري وتتخذ بعضها أشكالاً غريبة تبعاً للجهة المصممة أو المصنعة) يخرج منها بشكل عمودي عدد كبير من الزعانف المعدنية. وفائدة هذا المبدد الحراري هو أن الحرارة الناتجة من المعالج تنتشر في الزعانف العمودية ذات المساحة السطحية الكبيرة فتقوم بتبديد الحرارة وكلما كان المبدد الحراري أكبر كان أفضل، ويصنع المبدد الحراري عادة من الألمونيوم لأنه موصل جيد للحرارة وقد يضاف إليه قلب نحاسي شكل رقم (2) أو أن يصنع من سبيكة من معادن مختلفة لزيادة معدل التبديد الحراري وتختلف المعادن في قدرتها على التوصيل وفي مقاومتها للحرارة والهواء ، وأشهر معدن استخدم في صناعة المشتتات في الماضي كان الألمونيوم الذي يتميز بانخفاض سعره وسهولة تشكيله وتوافره وخفة وزنه ، وفي السنوات الأخيرة وعندما زادت حرارة المعالجات بشكل كبير أصبح الانتقال إلى النحاس أمرا مهما نظرا لقدرته العالية على نقل الحرارة بشكل أكبر يفوق قدرة الألمونيوم ، الجدول رقم (1) يبين بعض المعادن التي تنقل الحرارة بكفاءة عالية حيث العمود الأول يمثل المعدن و العمود الثاني يمثل القدرة على تشتيت الحرارة أما العمود الثالث فيمثل فيما لو افترضنا أن لدينا مبدد حراري من الألمونيوم بحجم ومساحة معينة فكم سيكون الحجم المطلوب في غيره من المعادن لتحقيق نفس الغرض (نظريا) كما يوضح بعض خصائص التبديد الحراري لبعض المعادن الرئيسية المستخدمة بصناعة المبددات الحرارية. تنتقل الحرارة

من المعالج إلى المبدد عن طريق التوصيل لذا يجب على المبدد الحراري أن يكون ملتصقاً بسطح المعالج تماماً، المبدد الحراري الجيد يجب أن يكون أكبر ما يمكن و ذو أكبر عدد من الزعانف الصغيرة العمودية كما يجب أن يكون مدخل الهواء أبعد ما يمكن عن المخرج حتى لا يعود الهواء الساخن الخارج من المبدد للدخول مرة ثانية [Michael Engelman et.al,2005].

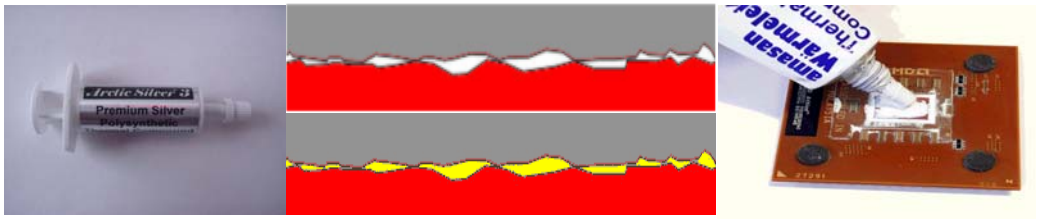
المعدن	القدرة على تشتيت الحرارة بالواط	400 جرام ألمونيوم
الألمونيوم	237 w	400 جرام
النحاس	401 w	236 جرام
الفضة	429 w	221 جرام

جدول رقم (1)

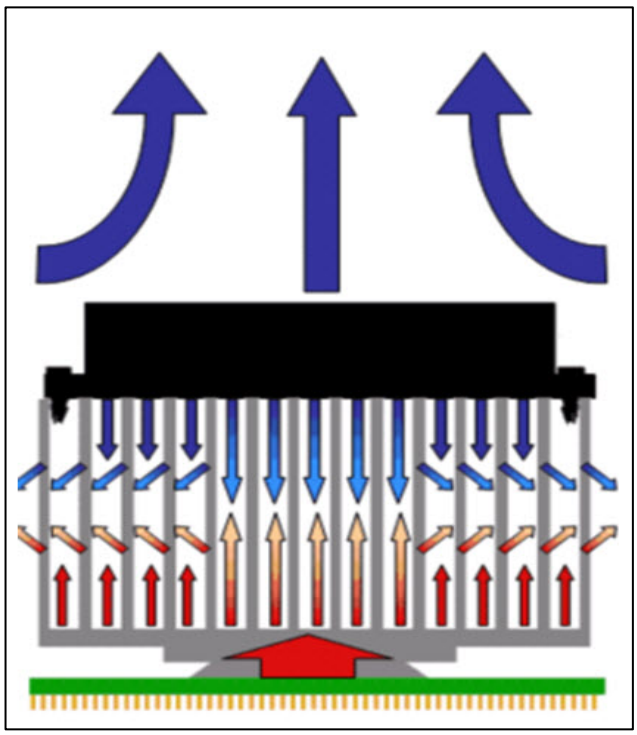
2. المادة البيضاء:

المبدد يثبت فوق المعالج بمثبتات معدنية خاصة وفي هذه الحالة تتكون كمية (بسيطة جداً) من الهواء بين المعالج والمبدد الحراري، كذلك مهما كان سطحي الإتصال صقيلين فإنه يوجد فراغات بينها شكل رقم (3) لذلك يجب دائماً وضع مادة بيضاء خاصة تسمى heatsink compound ويوجد العديد منها وبمناشئ ومواصفات مختلفة والنوع المستخدم في هذا البحث هو Arctic Silver 3 وتركيبه الكيمياوي يتألف من (99.9% micronized silver) ومواصفاته الفنية هي (الموصلية الحرارية > 0.9 واط/م.كلفن)،(المقاومة الحرارية < 0.004 درجة مئوية لكل انج^2/واط)،(الحد الأقصى المسموح للحرارة هو من −40 إلى 180 درجة مؤية). وتملأ هذه المادة الفراغ البسيط وتسمح للحرارة بأن تنتقل بكفاءة من المعالج إلى المبدد الحراري، هذه المادة تذوب بمجرد ارتفاع درجة حرارة المعالج وتتحول إلى سائل لزج ناقل للحرارة بكفاءة عالية جدا يملأ الفراغات المايكرونية الموجودة على سطح المعالج ، وبوجودها نستطيع أن نعتبر أن سطحي المبدد والمعالج اتصلا بشكل تام كما هو مبين في شكل رقم (3) ويجب ملاحظة عدم الإكثار جداً من هذه المادة [Michael Engelman et.al,2005].

شكل رقم (2) مبدد حراري من الألمونيوم والنحاس



شكل رقم (3) يوضح كيفية وضع المادة البيضاء بين سطحي الإتصال

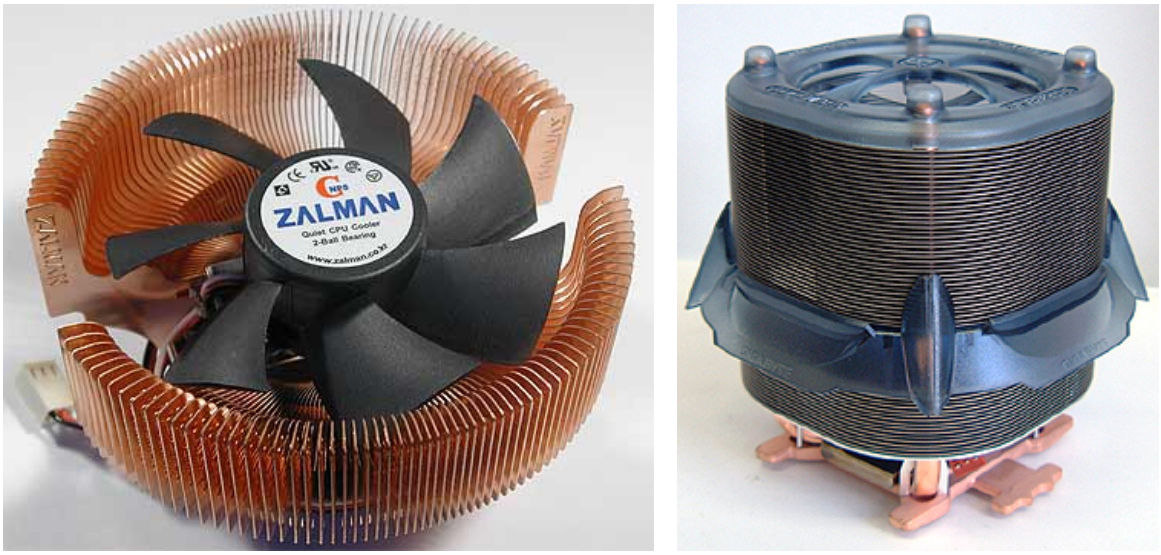


شكل رقم (4) المبدد مع المروحة

3. التبريد بواسطة مروحة ومبدد حراري:

توضع في بعض أنواع المبددات الحرارية مراوح الغرض منها دفع الهواء بين الزعانف المعدنية للمبدد الحراري بحيث يمكن تبديد قدر أكبر من الحرارة ولوحظ من خلال التجارب أن استخدام المروحة يجعل التبريد أفضل حتى (10)مرات من المبدد الحراري بدون مروحة ويمكن قياس قوة المروحة باستخدام عدد الأقدام المكعبة من الهواء التي تدفعها في الدقيقة الواحدة (CFM). وتركب المروحة على ظهر المبدد الحراري والتي تقوم بضخ الهواء على جوانبه لتبريده ، وكلما كان ضخ الهواء أكبر كلما كان تبريد سطح المبدد أكثر كفاءة وكلما امتص قدرا أكبر من الحرارة من قلب المعالج ، كذلك كلما كان المبدد أكبر ومساحته الخارجية أكبر كلما كان ذلك أدعى لتعريض المبدد لهواء أكبر ، مما يعني تبديدا للحرارة بكفاءة أكبر و

كما مبين في الشكل رقم (4) والذي يوضح كيفية عمل المبدد الحراري والمروحة ويرمز للحرارة بالأسهم الحمراء وللهواء البارد بالأسهم الزرقاء، قلب المعالج ينبض بحرارة عالية ، وتلقائيا كما هو معلوم فإن الحرارة تنتقل عبر السطوح من السطح الأعلى حرارة إلى السطح الأقل حرارة ، فتنتقل من قلب المعالج إلى قاعدة المعالج التي توزع الحرارة على الجدران المتوازية (الزعانف) للمبدد الحراري والمتعرضة للهواء الأقل حرارة المتدفق من المروحة ، وكلما زاد سطح المبدد اتساعا كلما بدد حرارة أكبر ، وكلما زاد الهواء تدفقا كلما تبددت الحرارة بكفاءة أكبر.



شكل رقم (5) يمثل مجموعة من المبددات الحرارية مع المراوح

من الجدول رقم (1) نجد أن 237 جراما من النحاس بمقدورها أن تؤدي مهام مبدد حراري بوزن 400 جرام من الألمونيوم ، طبعا يتفوق الألمونيوم من حيث انخفاض ثمنه وخفة وزنه وأما الفضة فهو الأفضل توصيلا ولكن سعره خيالي ، ويبقى النحاس الخيار الأفضل الذي يجمع بين السعر والتوصيل الأعلى للحرارة ، وحسب الجدول السابق الذي يبين الفارق بين استخدام الألمونيوم والذي يعد أكثر انتشارا وبين استخدام النحاس ، وبعض المبددات الحرارية تجمع بين النحاس والألمونيوم حيث يكون قاعدة المبدد من النحاس بينما الألواح المتوازية التي تركب بشكل عمودي على القاعدة من الألمونيوم ، بحيث تقوم القاعدة بنقل الحرارة بكفاءة عالية إلى ألواح الألمونيوم [Vikram Marthandam et.al,2007] .

4. التبريد بواسطة مروحتان ومبدد حراري:

هذا النوع من التبريد يتم بوضع مبدد حراري بشكل ملاصق لوحدة المعالجة المركزية ويوضع بين المبدد ووحدة المعالجة المركزية معجون خاص يستخدم لتبريد المعالج حيث يخفض

بضعة درجات من حرارة المعالج و يوضع فوق أعمدة المبدد الحراري مروحتان للهواء حيث تقوم الأولى بدفع الهواء من خلال أعمدة المبدد و تقوم المروحة الثانية بسحب الهواء الحار من المبدد الحراري وطرحه إلى الخارج.

4. تأثير المساحة الكاملة للأسطح الخارجية للمبدد:

إن الذي يميز مبدد حراري عن أخر غيره هو في قابليته على تبديد أكبر كمية ممكنة من الحرارة المنبعثة وفي أسرع وقت ممكن وقد يظن البعض أن المبددات الحرارية كلما زادت مساحة أسطحها كلما أدى ذلك إلى انتشار أوسع للحرارة، وكلما زاد ارتفاع وعرض المبدد كلما زادت مساحة أسطحه ، وأنه كلما زادت عدد الأعمدة التي توضع عموديا عليه فإنها تزيد من مساحته. على الرغم من أنه لا يشترط زيادة طول الزعانف ولا مساحة المبدد الكلية تبريداً أفضل دائما حيث أن أمور عدة تحكم قابلية التبريد منها نوع معدن المبدد وتصميمه ومدى كفاءة المروحة المستخدمة مع المبدد الحراري.

ومما سبق نستنتج ما يلي:-

1. أن يكون المبدد نحاسيا أو كحد أدنى أن تكون قاعدته نحاسية.
2. أن يكون المبدد الحراري مصقول القاعدة بشكل تستطيع أن تشاهد إنعكاس أي صورة فيه تقريبا وذلك لتقليل الهواء بين سطحي التلامس.
3. يفضل أن يكون المبدد الحراري مكونا من عدد كبير من الأعمدة وأن تكون أبعاده كبيرة نسبيا ليعمل بكفاءة كبيرة مع الأخذ بنظر الإعتبار هندسة تصميمه.
4. يستحسن أن تكون هنالك مروحتان وتثبت كلاهما إما لسحب الهواء أو لدفعه وتثبت واحدة أعلى المبدد الحراري وواحدة في الوسط حيث سيؤدي ذلك إلى زيادة سرعة نقل الحرارة خارج المبدد ويزيد من قابليته على تبديد الحرارة بسرعة [Chyi-Tsong Chen .et.al,2005]
5. الأشكال الدائرية أو الشبه دائرية تبدد الحرارة أكثر أو أفضل من الأخرى رباعية الشكل وذلك لملائمة التوزيع القطري للأعمدة المبدد الحراري مع الشكل الدائري له مع طبيعة نمط إنتقال الحرارة في الأجسام الصلبة.
6. أهمية إستخدام المادة البيضاء بين المعالج والمبدد الحراري لكي تحل محل الهواء ولكي يكون الإتصال تام بين السطحين المتقابلين.
7. يفضل إستخدام مبدد حراري ذي مروحة متعددة السرع ومتحسس حراري وذلك لمدى تأثيره على تحسين أداء المعالج.

8. يجب أن يمتاز التصميم الهندسي للمبدد الحراري بالبساطة وعدم التعقيد مع مراعاة الكلفة النهائية له حيث أن المبدد الذي يجمع بين رخص الثمن وبساطة التصنيع والتصميم وكفاءة التبديد الحراري هو الأفضل[Sharon Adam,2003] .

5. تأثير منشأ وتردد المعالج على الحرارة المنبعثة منه:-

من المعلوم أن هنالك شركتين عالميتين تحتكران صناعة المعالجات المركزية وهما شركة أنتل وشركة أي أم دي وتعد التكنولوجيا الخاصة بكل معالج سر من أسرار تلك الشركة ولكن فيما يخص الخواص الفنية والأدائية فإن الشركتين المذكورتين تقومان بعرض تلك الخواص على الموقع الرسمي المعتمد للشركتين ومن الخواص الفنية المهمة لدينا في هذا البحث هو مدى فرق الجهد والإنبعاث الحراري وكذلك الحرارة القصوى لكل معالج لأن ذلك هو ما يهمنا في دراسة المبدد الأمثل للمعالج المستخدم. الجدول التالي يبين لنا نوع المعالج (منشأه) و ترددة و فرق الجهد (الفولتية) و التيار (الأمبيرية) و الانبعاث الحراري (بالواط) و درجة الحرارة القصوى وحسب ما هو مثبت في المواصفات الفنية لكل معالج في الموقع الرسمي المعتمد للشركة المصنعة.

المعالج والتردد	فرق الجهد	الأمبير	الانبعاث الحراري	أقصى الانبعاث	الحرارة الأقصى
Duron(AMD)					
1.2 GHz	1.75V	31.3A	50.3W	50.3W	90° C
1.3 GHz	1.75V	34.3A	55.2W	54.7W	90° C
Athlon TB(AMD)					
1.3 GHz	1.75V	39A	61W	68W	95° C
1.4 GHz	1.75V	42A	65W	72W	95° C
Athlon XP+(AMD)					
1.6 GHz	1.75V	38.9A	60.7W	68W	90° C
1.73 GHz	1.75V	41.1A	64.3W	72W	90° C
Celeron – A (Tualatin) (Intel)					
1.2 Ghz	1.475V	20.6A	29.9W	–	69° C
1.3 Ghz	1.5V	22.5A	33.4W	–	71° C

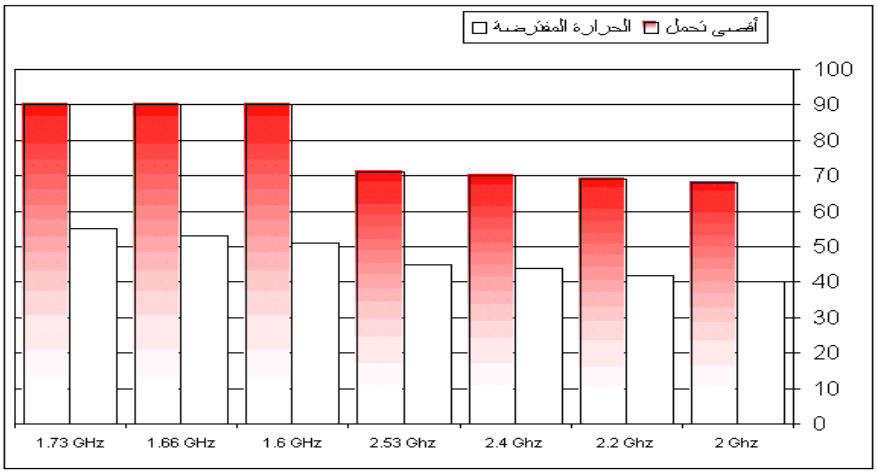
Pentium4 Willimate (Intel)					
78° C	88.9W	66.7W	50.6A	1.75V	1.8 Ghz
74° C	95.7W	71.8W	55A	1.75V	2.0 Ghz
Pentium4 Northwood (Intel)					
70° C	-	57.8W	49.8A	1.5V	2.4 Ghz
71° C	-	59.3W	51.5A	1.5V	2.53 Ghz

جدول رقم (2) بيانات المعالجات المعتمدة من الموقع الرسمي المعتمد للشركة المصنعة [Intl.Co.Inc,2008]

قمنا بتحويل أجزاء من الجدول السابق إلى رسم بياني ليتبين بشكل أكبر قدرة المعالجات من نوع Athlon على تحمل حرارة أكبر من نظيراتها في معالجات Pentium4 ، وافترضنا عن طريق النسبة والتناسب أن المشتت الحراري المستخدم على معالجات Petnium4 بتردد 2.0 جيجاهيرتز من نوع Northwood جعل درجة حرارة المعالج تصل إلى 40 مئوية في حد الطاقة العادي وليس الأقصى ، فكم ستكون في باقي المعالجات وكم ستكون في الآثلون. وكم ستكون في نفس الوقت النسبة المئوية لاقتراب المعالج من حاجز الخطر. وفق الانبعاث الحراري الصادر من كل معالج ، والمحسوب بالواط ، افترضنا استخدام مشتت حراري للمعالج Pentium4 بتردد 2 جيجاهيرتز وأن حرارة المعالج ثبتت عند 40 درجة سيليزية ، وبحساب النسبة والتناسب وذلك وفق المعادلة التالية:

$$\text{حرارة المعالج} = \frac{\text{الانبعاث الحراري للمعالج}}{\text{الانبعاث الحراري للمعالج Pentium4}} \times 40$$

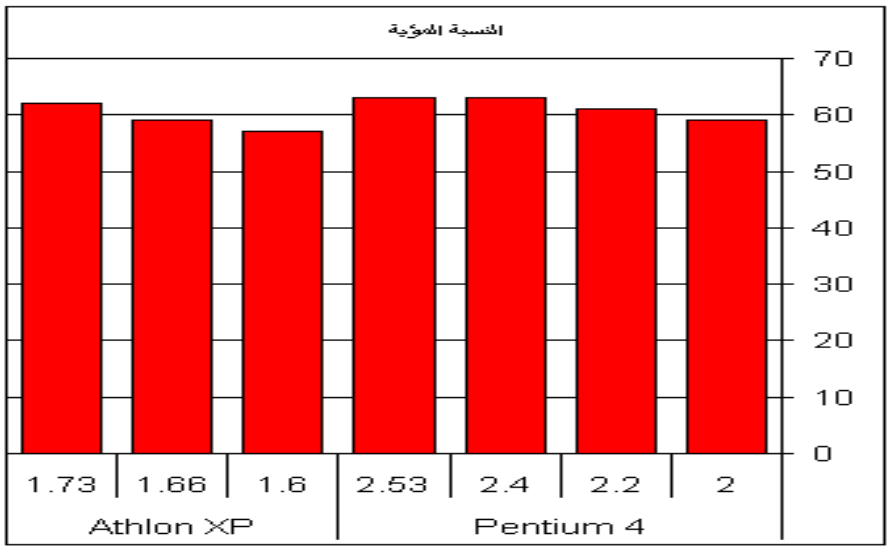
من المعادلة السابقة نجد أن الحرارة التي وصل إليها معالج آثلون بتردد **1.73GHz** في حد ذاتها يتعايش معها المعالج بدون أي مشاكل ، والأهم من هذا كله عندما اعتبرت معالجات آثلون في خطر بحكم ما يتعرض له من ارتفاع في درجة الحرارة ، ويمثل شكل رقم (6) الرسم البياني الذي يحسب النسبة المئوية لدرجة حرارة المعالج مقابل خط الخطر الذي يتلف بعده المعالج ، وسنجد أن معالجات آثلون تفوقت في هذه الناحية. المخطط التالي يبين لنا درجات الحرارة التي يتلف عندها المعالج حيث إن اللون الأحمر هو الدرجة التي يحدث عندها التلف للمعالج [Hossam Metwally,2005] .



شكل رقم (6) درجات الحرارة التي يتلف عندها المعالج أثلون وحسب فئته [AMD Co.Inc.2008]

قمنا بحساب النسبة المذكورة في الجدول أعلاه وفق المعادلة التالية:

$$\text{النسبة المئوية} = \frac{\text{درجة الحرارة الحالية}}{\text{أقصى درجة يتحملها المعالج}} \times 100$$



شكل رقم (7) المقارنة بين درجة حرارة معالج Pentium 4 و الـ Athlon XP بالنسبة المئوية من حيث قابلية تحمل المعالج للحرارة [AMD Co.Inc.2008] .

6. النموذج الرياضي :

تم إستخدام المعطيات (Boundary Conditions) كما هي موضحة أدناه وكذلك المعادلات الخاصة ببرنامج الفلونت (معادلات نافير) في حساب انتقال الحرارة داخل المبدد

الحراري وكون الموديل إسطوانياً لذلك تم إعتماد الأبعاد القطرية ثلاثية الأبعاد وهي كالأتي : [White, F. M,2007]

1. **المعطيات (Boundary Conditions):**

أ. الموصلية الحرارية (Thermal Conductivity) للألمنيوم 180 واط/م.كلفن.

ب. الموصلية الحرارية (Thermal Conductivity) للنحاس 386 واط/م.كلفن.

ج. درجة الحرارة المحيطة (Surnaming Temperature) 313 كلفن.

د. درجة الحرارة الإبتدائية (ambient Temperature) 293 كلفن.

ه. معامل الإنبعاث الحراري(Film Coefficient) 50 واط/م^2.كلفن.

و. قيمة الإنبعاث الحراري (Heat Generation) من المعالج إلى الزعانف 65 واط/م^3.

ز. مقدار الخسارة أو الفقدان في الإنبعاث الحراري (Heat Loses) للقاعدة هو حوالي 5.5 واط.

ح. مساحة قاعدة التلامس (Total Contacting Area) النحاسية مع المعالج هي 0.00282 م^2.

ط. الحمل الحراري (Heat flux) 1950.35 واط/م^2 .

2. **معادلة الإستمرارية:**

$$\frac{\partial P}{\partial t}+\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(\rho r V_r)+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial \theta}(\rho V_\theta)+\frac{\partial}{\partial z}(\rho V_z)\right]=0$$

3. **معادلة العزم بإتجاه المحور القطري:**

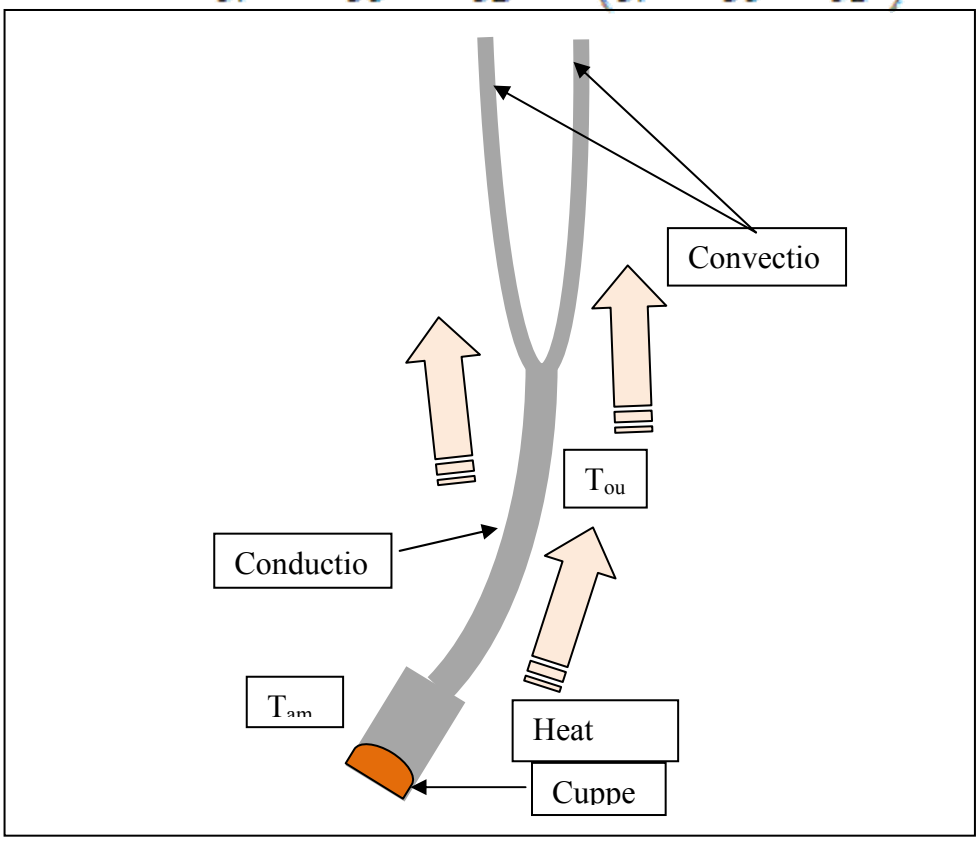
$$\rho\left(\frac{\partial V_r}{\partial t}+V_r\frac{\partial V_r}{\partial r}+\frac{V_\theta}{r}\frac{\partial V_r}{\partial \theta}+\frac{V_\theta^2}{r}+V_z\frac{\partial V_r}{\partial z}\right)=-\frac{\partial P}{\partial r}+\mu\left[\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rV_r)\right)+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 V_r}{\partial \theta^2}+\frac{\partial^2 V_r}{\partial z^2}+\frac{2}{r^2}\frac{\partial V_\theta}{\partial \theta}\right]\rho g_r$$

$$\rho\left(\frac{\partial V_\theta}{\partial t}+V_r\frac{\partial V_\theta}{\partial r}+\frac{V_\theta}{r}\frac{\partial V_\theta}{\partial \theta}+\frac{V_r V_\theta}{r}+V_z\frac{\partial V_\theta}{\partial z}\right)=-\frac{1}{r}\frac{\partial P}{\partial \theta}+\mu\left[\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rV_\theta)\right)+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 V_\theta}{\partial \theta^2}+\frac{\partial^2 V_\theta}{\partial z^2}+\frac{2}{r^2}\frac{\partial V_r}{\partial \theta}\right]\rho g_\theta$$

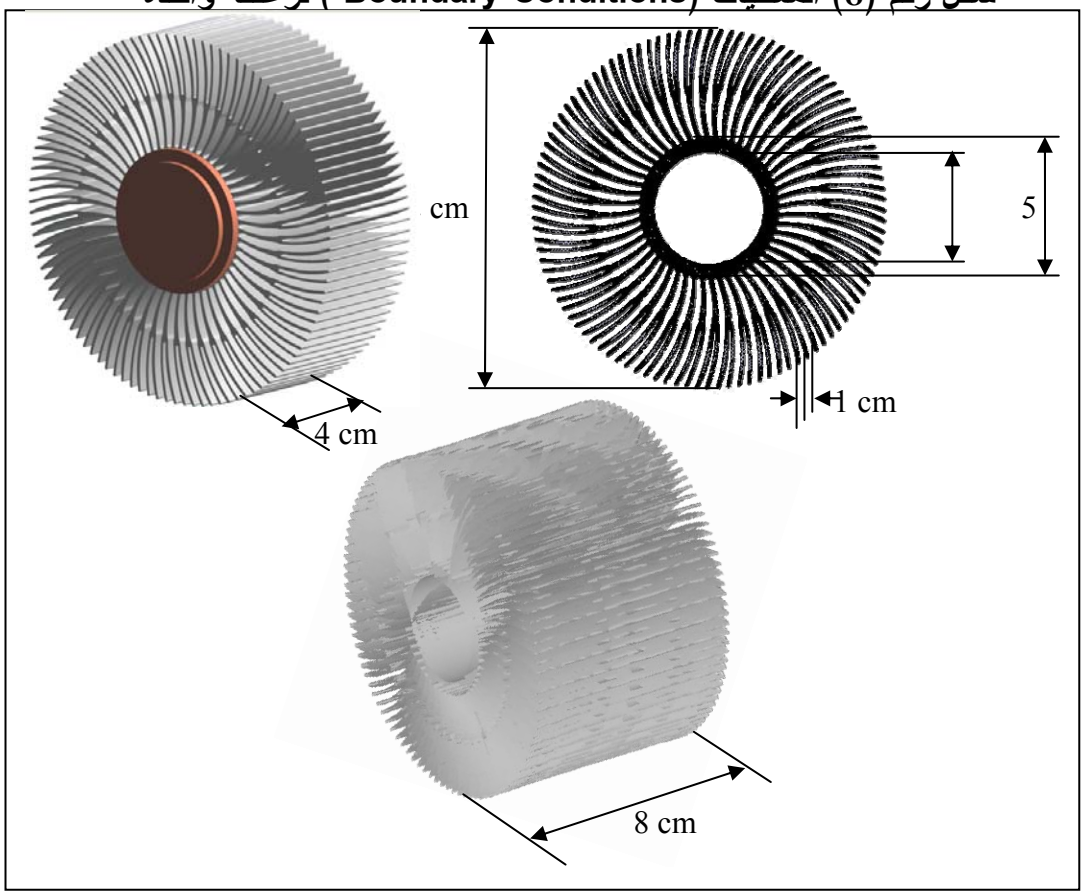
$$\rho\left(\frac{\partial V_z}{\partial t}+V_r\frac{\partial V_z}{\partial r}+V_\theta\frac{\partial V_z}{\partial \theta}+V_z\frac{\partial V_z}{\partial z}\right)=-\frac{\partial P}{\partial z}+\mu\left[\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial V_z}{\partial r}\right)+\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 V_z}{\partial \theta^2}+\frac{\partial^2 V_z}{\partial z^2}\right]\rho g_z$$

4. معادلة الطاقة:

$$V_r\frac{\partial T}{\partial r}+V_\theta\frac{\partial T}{\partial \theta}+V_z\frac{\partial T}{\partial z}=\alpha\left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right)$$



شكل رقم (8) المعطيات (Boundary Conditions) لزعنفة واحدة



شكل رقم (9) مقاطع المبددات الحرارية كما تم تصميمها ببرنامـــــــــج الأوتوكاد للنموذجين

7. الجانب العملي:

1. بناء الموديل للمبددين الحراريين:

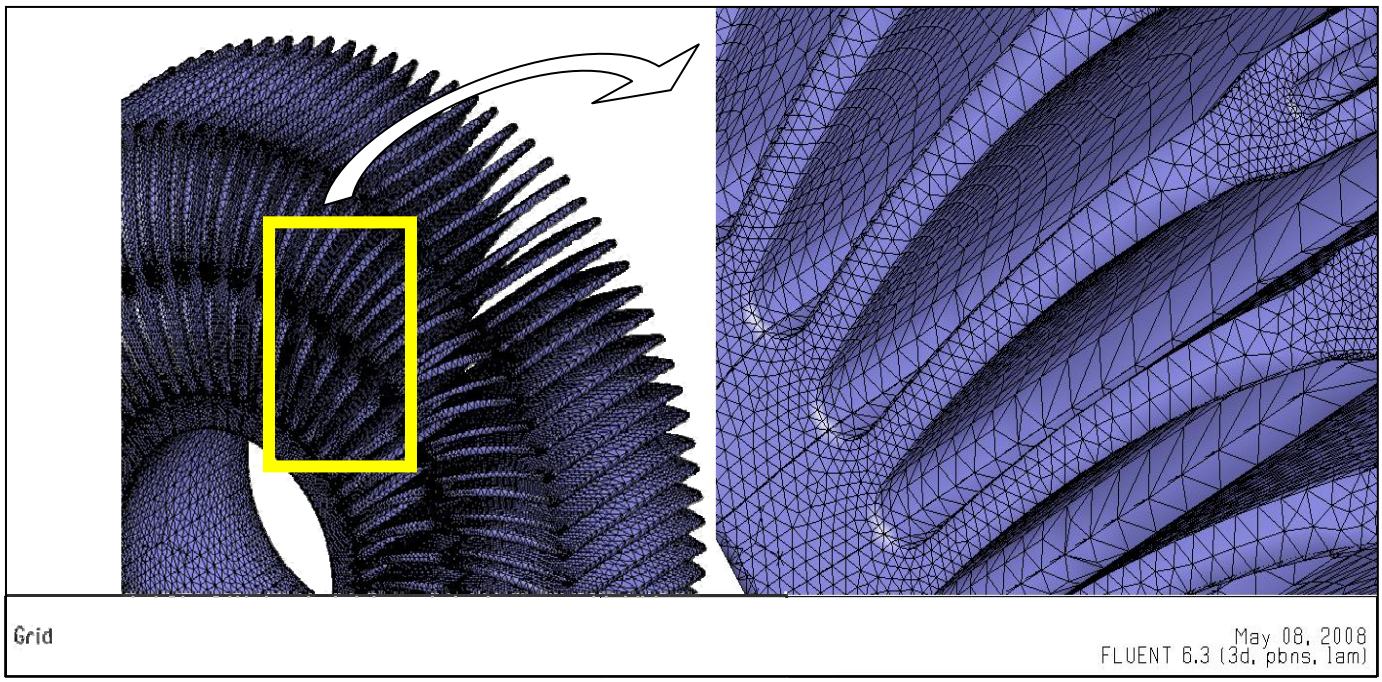
في البدء تم اعتماد برنامج التصاميم اوتوكاد 2008 لتصميم المبددات الحرارية التي سيتم اعتمادها بالبحث كونه الأفضل والأسهل في مجال التصاميم ويمثل شكل رقم (9) النموذجين بعد تصميمهما.

2. البناء الشبكي للمبددات الحرارية:

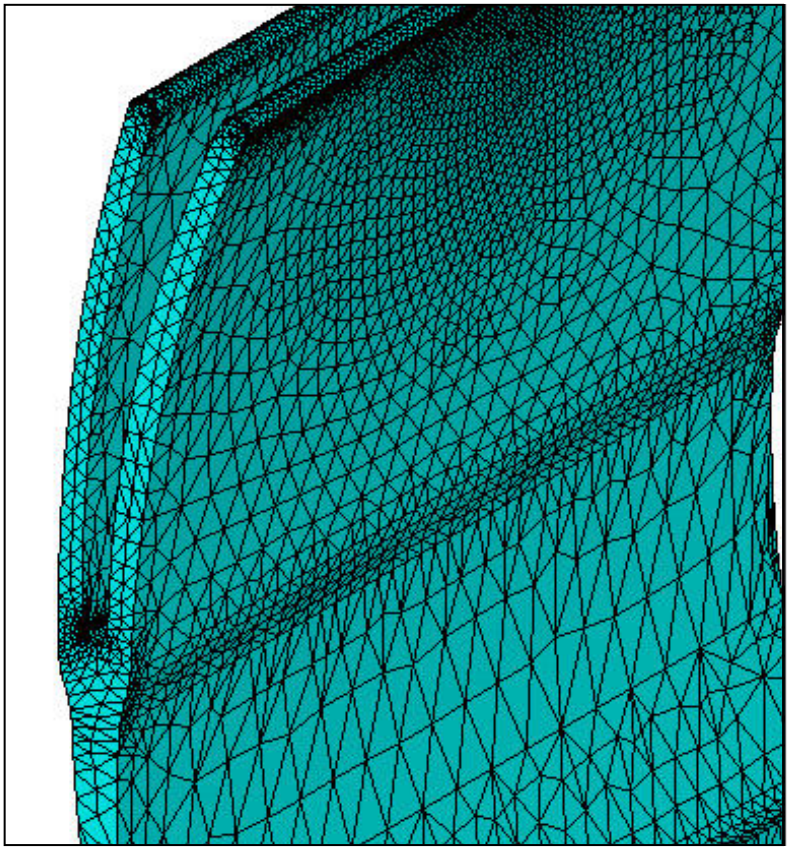
بعد تصميم الموديلات تم دراستها ببرنامج التحاليل الهندسية المختص بدراسة الجريان وتوزيع وانتقال الحرارة (FLUENT 6.3) وهناك تتم عليه سلسلة من الخطوات منها بناء الموديل بشكل شبكة لكي يتم نسهيل حسابات الأحمال الحرارية وانتقالها خلال المبدد الحراري. تمثل الأشكال رقم (10) و (11) ذلك البناء الشبكي علماً بأن البناء الشبكي كان من النوع الحر وللمقطعين كون المقطع الثاني لا يختلف عن الأول سوى بضعف إرتفاعه والذي لايؤثر على البناء الشبكي ككل.

3. تحليل الموديل واستخلاص النتائج:

بعد البناء الشبكي يتم تحليل النموذجين للمبددات الحرارية عن طريق ادخال المعطيات المعلومة والمأخوذة عملياً من برنامج (Windows Vista Task Manager) لكي يتم استخراج النتائج النهائية والتي كانت كالتالي:

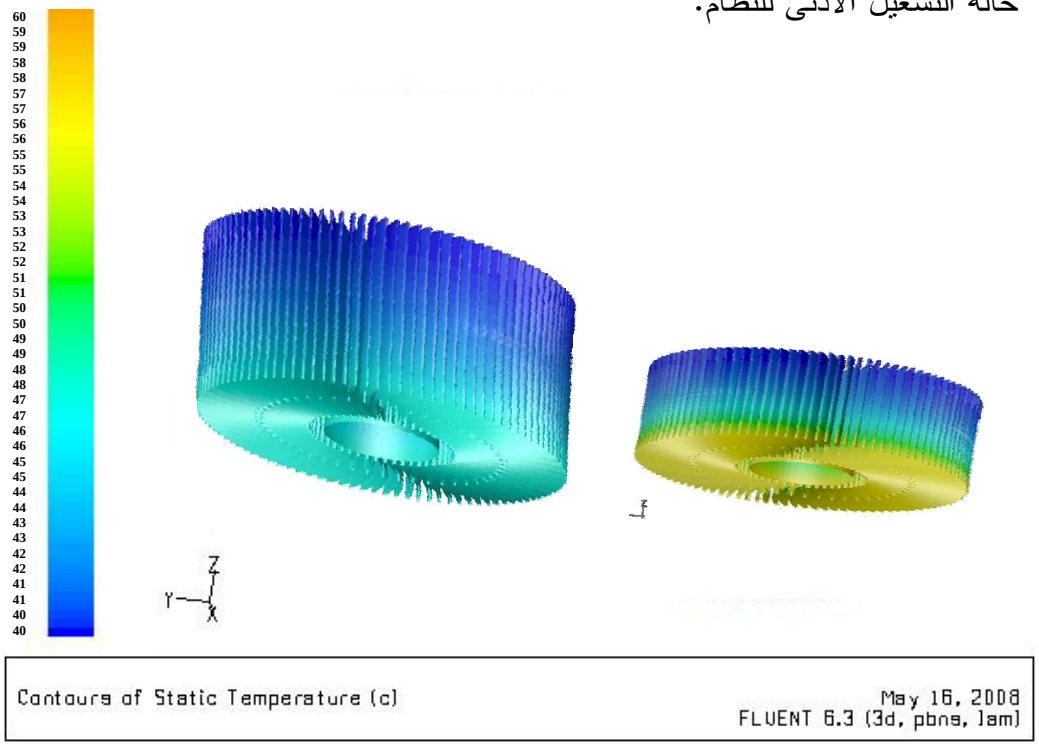


شكل رقم (10) البناء الشبكي للمبددات الحرارية

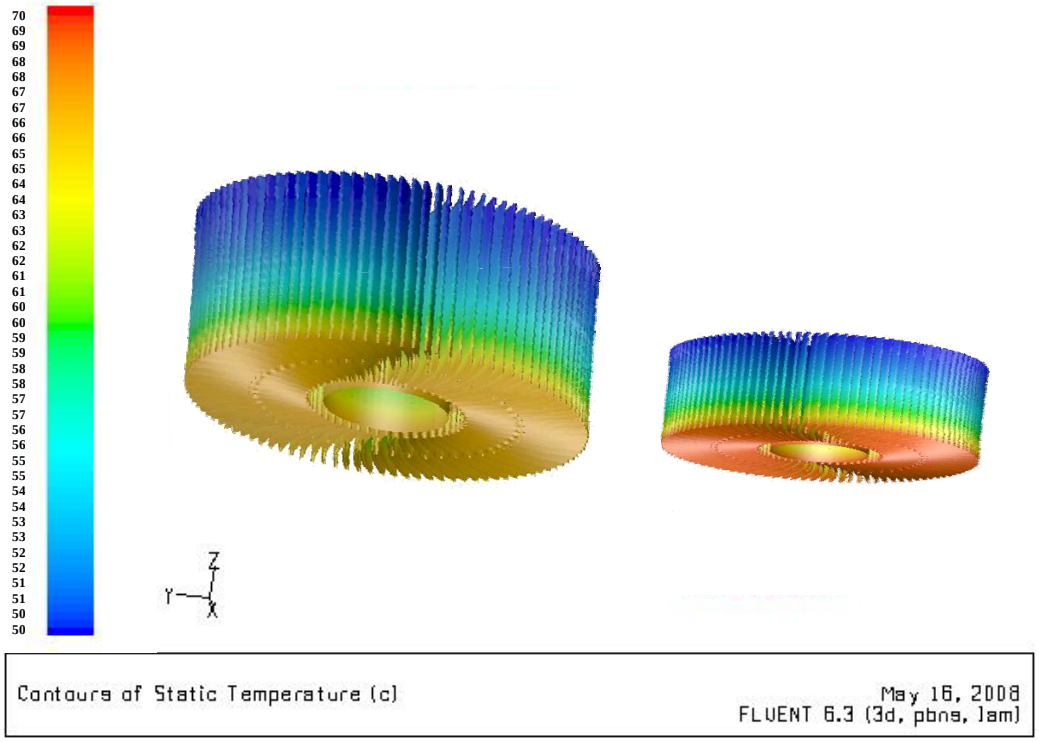


شكل رقم (11) البناء الشبكي كما هو موضح لزعنفة واحدة من المبدد الحراري

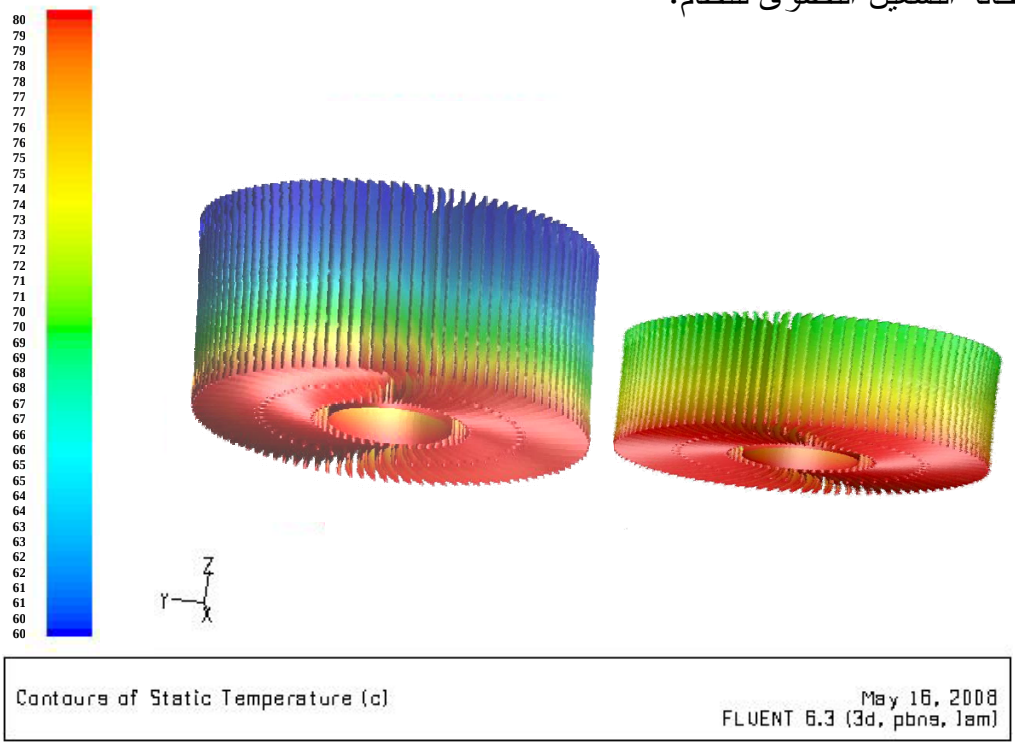
أ. حالة التشغيل الأدنى للنظام.

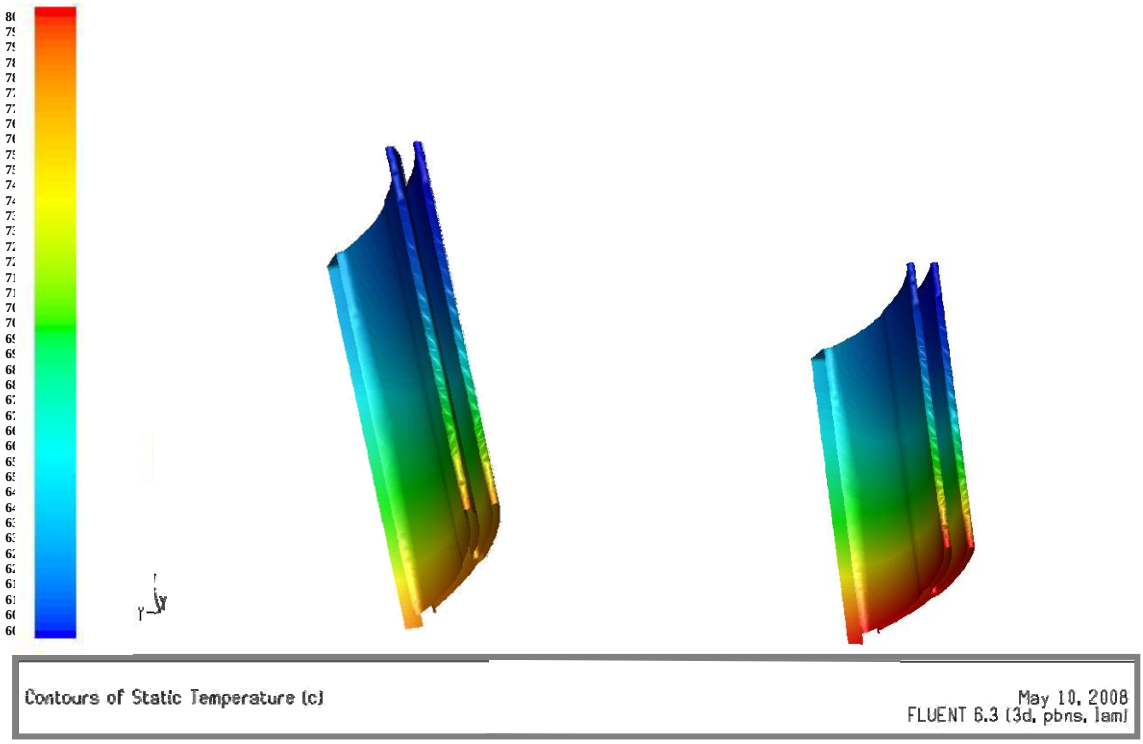


ب. حالة التشغيل المتوسط للنظام.



ج. حالة التشغيل القصوى للنظام.



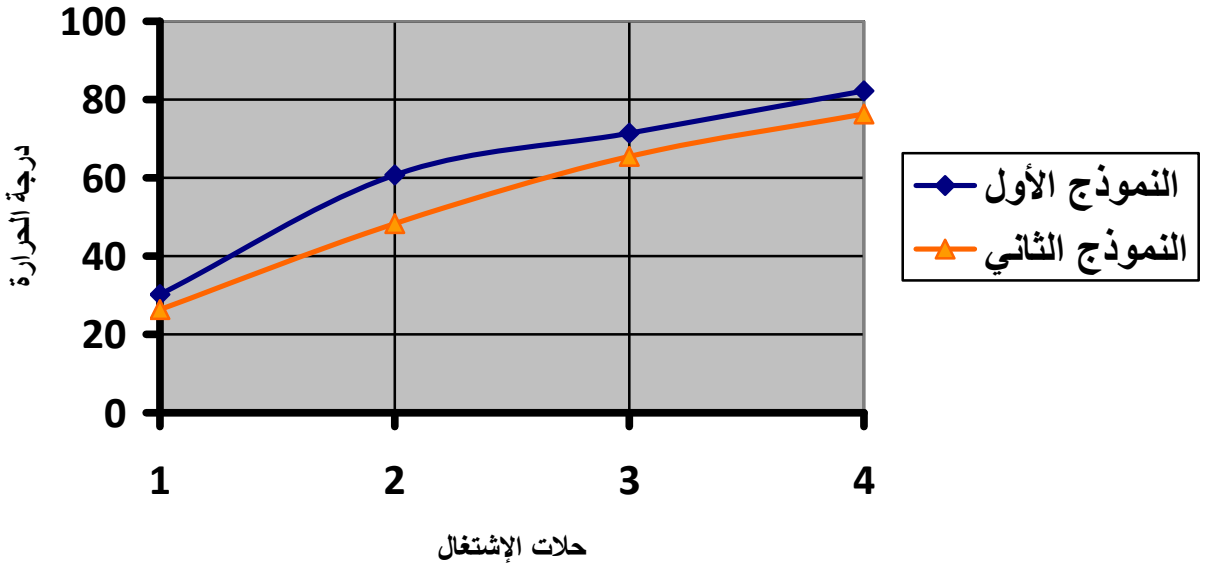


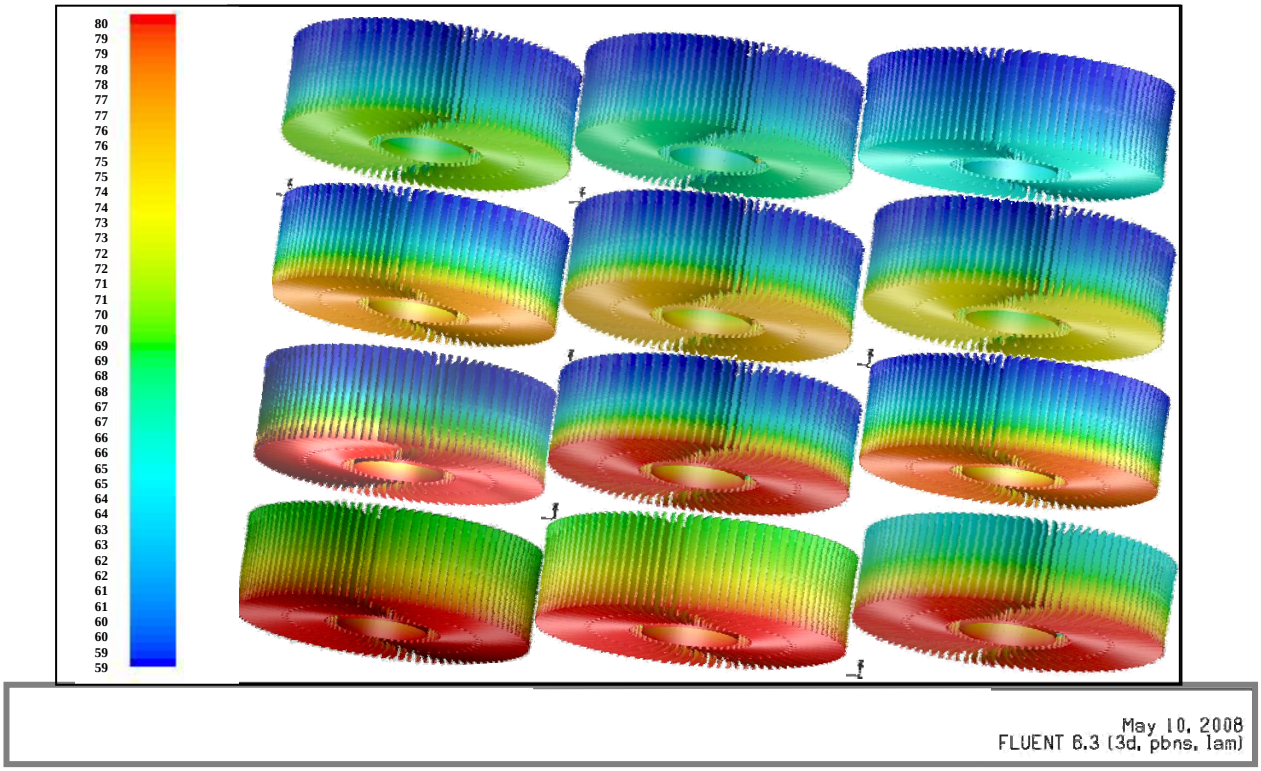
شكل رقم (12) انتقال الحرارة من خلال زعنفة واحدة في النموذجين

درجة الحرارة عند	ما قبل اللتشغيل	بدء التشغيل	متوسط التشغيل	التشغيل الأقصى
المعالج للنموذج الأول	30.2 °C	60.7 °C	71.4 °C	82.2 °C
المعالج للنموذج الثاني	26.4 °C	48.3 °C	65.5 °C	76.3 °C

جدول رقم (3)

مخطط رقم (١)





شكل رقم (13) تدرج عمليات انتقال الحرارة في المبدد الحراري منذ بدء التشغيل وحتى الإشتغال الأقصى

8. تحليل النتائج العملية:

من خلال النتائج المستحصلة من برنامج التحليل المستخدم نستنتج مايلي :-

أ. لا يشترط زيادة طول زعانف المبدد الحراري تقليل جذري للحمل الحراري الكلي المنبعث والذي يساعد على تبريد المعالج أكثر ولكن يجب أن تكون هنالك نسبة محددة للزيادة وهي ما تم أستنباطه في هذا البحث من خلال مقارنة نموذجين لمبددين حراريين احدهما متوفر في الأسواق المحلية بنصف طول زعانف النموذج الثاني تقريباً ووجد من خلال التحاليل والنتائج العملية للنموذجين في الرسوم الحرارية للنماذج لمختلف حالات الإشتغال وجدول رقم (3) أن زيادة طول الزعانف بنسبة الضعف يؤدي إلى تقليل الحمل الحراري بحوالي (42.5 %) عند بدء التشغيل و(21.1 %) في حالة التشغيل المتوسط وحوالي (15 %) عند التشغيل الأقصى ويمكن اعتماد أكثر من نموذج لمعرفة التغيير الأمثل وحساب الطول نسبة إلى التبديد الحراي ومن ثم معرفة الطول المثالي للمبدد والذي وجد أنه يساوي تقريباً 6.5 سم. ولا تنطبق هذه المعايير على المعالجات وخصوصاً الحديثة منها كونها تمتلك خاصية القفزة الحرارية القصوى (Hyper Threading) حيث عندها يكون الإنبعاث الحراري للمعالج متغير مع متوسط معدل حرارة المعالج ولا يصح عندها إستخدام مبدد حراري مع مروحة عادية ولكن يجب أن يكون هنالك مبدد حراري عالي الجودة كأن يكون مبدد ذو تبريد غازي مثلاً أو ذو المروحتين.

ب. مخطط رقم واحد يمثل العلاقة بين درجة حرارة المعالج في حالات التشغيل المختلفة للنموذجين ويوضح المخطط أن زيادة طول زعنفة المبدد إلى الضغف قلل من حرارة المعالج ولكن ليس بالنسبة المطلوبة لذى فإن من الضروري تحسين كفائة المبدد بإضافة مروحة عمودية أو جانبية ويمكن دراسة تأثير المروحة على عمل نموذجي المبدد الحراري في دراسة لاحقة.

ج. عدد الأعمدة وشكلها يحكمه العديد من المتغيرات الهندسية والتصميمية فمن حيث الشكل لايمكن تفضيل شكل على أخر اعتباطياً من دون دراسة أكثر من شكل مختلف ومقارنتها مع بعض للتوصل للشكل المثالي للمبدد الحراري على الرغم من أن الطريقة التي تسلكها تيارات الحمل الحراري المنبعثة من المعالج والتي تنبعث بشكل كروي تقريباً تتشتت بشكل افضل إذا كان المبدد الحراري كروي وإن لم يكن فاسطواني وأخيراً شكل رباعي، وتوضح الأشكال أعلاه ملائمة التوزيع القطري للأعمدة المبدد الحراري مع الشكل الدائري له. أما بالنسبة للعدد وطريقة التوزيع فكلما زاذ العدد كلما زادت كفاءة المبدد ويفضل التوزيع الدائري بحيث أن المبدد الحراري المثالي يمتلك (200 – 300) زعنفة. ويفضل المبدد الحراري ذي الزعانف

المزدوجة شكل رقم (9) على المبدد ذو الزعانف المفردة حيث أن الحمل الحراري سوف يجد مسلكين لتبديد الحرارة بدلاً من واحد.

د. لمعدن المبدد الأثر الكبير على كفائته حيث يفضل أن تكون قاعدة المبدد نحاسية وعلى طول مساحة المعالج ويمكن استخدام الألومنيوم الأخف والأرخص لباقي المبدد الحراري، وحالياً فإن الإتجاه العالمي نحو إستخدام المعادن المركبة في تصنيع المبددات الحرارية ولكن ذلك يرفع بشكل كبير من سعرها.

ه. من المهم جداً إستخدام المادة البيضاء بين المعالج والمبدد الحراري لكي تحل محل الهواء ولكي يكون الإتصال تام بين السطحين المتقابلين لآن الحرارة تنتقل بالتوصيل أعلى من انتقالها بالحمل.

و. في حالة إضافة مروحة أو مروحتان إلى المبدد الحراري فإن كفاءته سوف ترتفع بشكل كبير جداً وذلك لآن زيادة سرعة تبادل الهواء بينه وبين المبدد الحراري سوف يعجل من سرعة نقل الحرارة المنبعثة من المعالج عن طريق الزعانف للمبدد وبالتالي تبريد المعالج بشكل أسرع.

المصـــــــــــــــادر:

[a] Jonas Opperman, "Cooling of CPUs With Heat Pipes", Dep. of Mech. and Aerospace Eng. University of California, San Diego, Dec. 2007.

[b] Michael Engelman and Scott Del Porte, "Heat Sink Design Portal", Fluent NEWS, P 1-4, Sum. 2005.

[c] Vikram Marthandam ,Anand Venkatesh ,Daniel P. Cook, "Effects of Turbulence Model on the Temperature Distribution of a Finned Heat Sink", ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition Nov. 2007, Seattle, Washington, USA.

[d] Y. Liu, G. D. Alton, and J. W. Middleton, "Target/Heat-Sink Design and Thermal Analysis Studies", Engineering Cybernetics, Inc., Houston, TX, Jan. 2004.

[e] Sharon Adam, "Flotherm Thermal Analysis of Heat Sink Design for Pentium Processor in Tape Carrier Package", FORE Systems, 3000 FORE Drive, Warrendale, PA, Oct. 2003.

[f] Hossam Metwally, "Active Heat Sinks", Senior Consulting Engineer, Electronics Industry, Fluent Inc. 2005.

[g] Chyi-Tsong Chen, Ching-Kuo Wu, Chyi Hwang, "Optimal Design and Control of CPU Heat Sink Processes", Department of Chemical Engineering, Feng Chia University, Taichung 407, Taiwan, 2005.

[h] Shih, C. J. and G. C. Liu, "Optimal design methodology of plate-fin heat sinks for electronic cooling using entropy generation strategy" . IEEE Trans. Comp. and Packag. Tech.,Vol. 27, No. 3, pp. 551-559. 2004.

[i] White, F. M. "Fluid Mechanics",6th edition, New York, McGraw-Hill.2006.

[j] World Wide Web an internet Sites www.Intel.com , www.AMD.com April. 2008.

قائمة الرموز:

C_p	Specific heat at constant pressure	J/kg.k
k	Thermal conductivity	w/m.k
f	Film coefficient	$w/m^2.k$
g	Acceleration	m/sec^2
h	Heat transfer coefficient	$w/m^2.k$
H_{flux}	Heat flux	w/m^2
P	Pressure	N/m^2
q	Heat Generation	w/m^3
T_{out}	Surrounding Temperature	k
T_{amb}	Initial Temperature	k
V_r	Velocity in R-direction	m/sec
V_θ	Velocity inθ -direction	m/sec
V_z	Velocity in Z-direction	m/sec
ρ	Density	kg/m^3
α	Thermal diffusivity	m^2/sec
μ	Dynamic viscosity	Kg/m.sec
WVTM	Windows Vista Task Manager	-